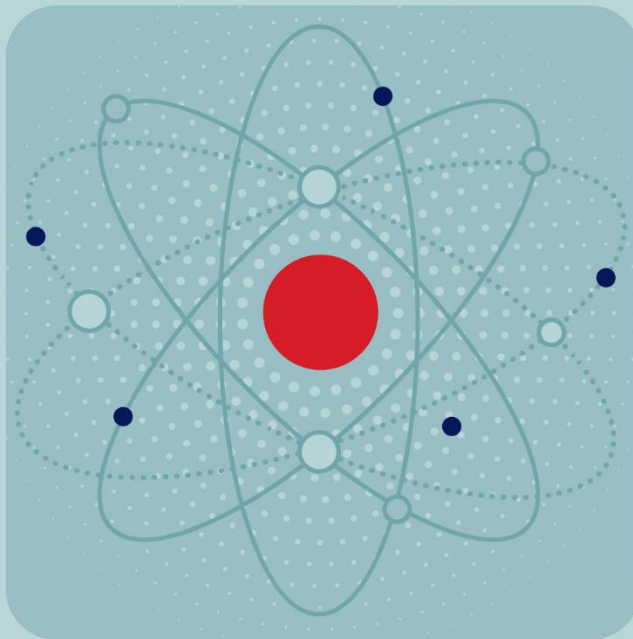


ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ
ПАРТНЕРСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

РУТОКЕН

ЦНЧ

**ТЕХНОЛОГИИ
ДОВЕРИЯ**



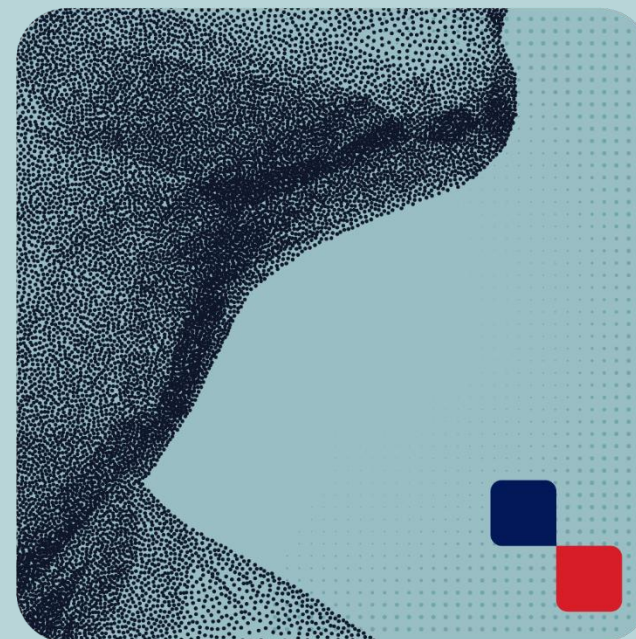
КОМПАНИЯ
ПРАКТИВ



Физические принципы квантовых компьютеров

**Сергей
Панасенко**

Директор по научной работе,
Компания «Актив»



Квантовые **вычисления**



Вычисления, производимые с помощью квантового компьютера: он использует явления квантовой механики для обработки данных.

Единицей измерения данных в квантовом компьютере является кубит (q-bit – quantum bit), который находится в суперпозиции возможных значений.

Текущее состояние кубита обозначается следующим образом:

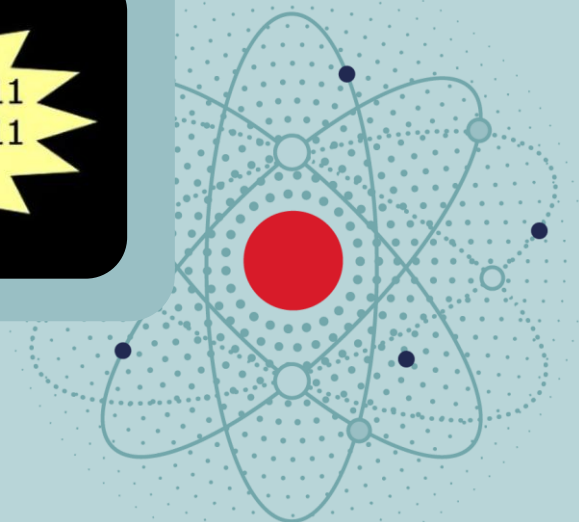
$$|\psi\rangle = a|0\rangle + b|1\rangle$$

Кубиты могут быть связаны в квантовый регистр из n кубитов, который также находится в суперпозиции всех возможных состояний:

101

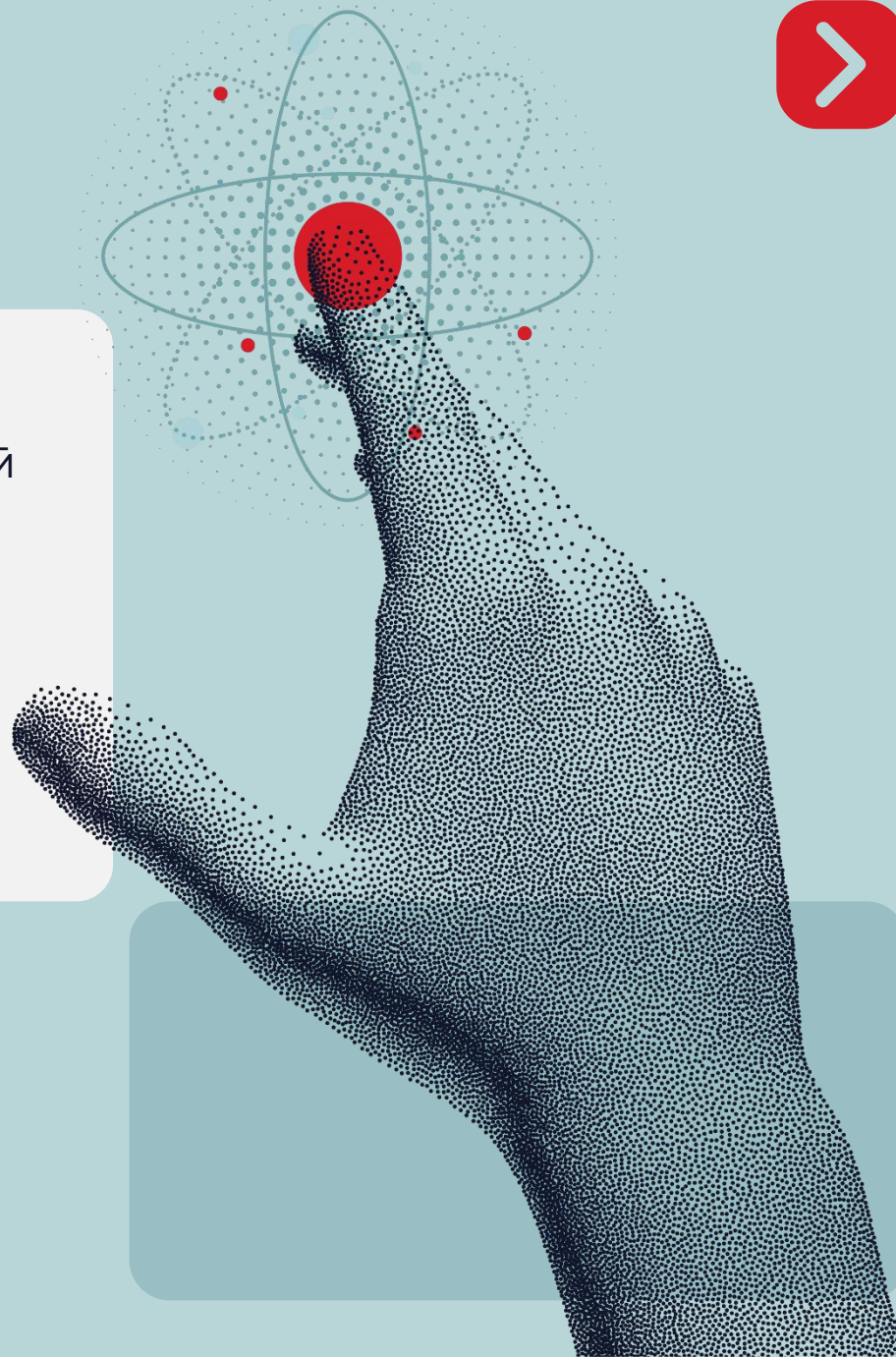


000 001 010 011
100 101 110 111



Квантовые вычисления

«Выигрыш в квантовых алгоритмах достигается за счёт того, что при применении одной квантовой операции большое число коэффициентов суперпозиции квантовых состояний, которые в виртуальной форме содержат классическую информацию, преобразуется одновременно»*



* Источник: Википедия

Физическая природа **КВАНТОВЫХ** компьютеров



Квантовые компьютеры строятся на основе различных физических элементов, поведение которых соответствует законам квантовой механики.

Рассмотрим следующие примеры:

Одиночные фотоны

Ионные ловушки

Сверхпроводники

Свойства квантовых компьютеров значительно различаются:

Компьютеры на одиночных фотонах могут функционировать при комнатной температуре, но позволяют решать только некоторые классы задач.

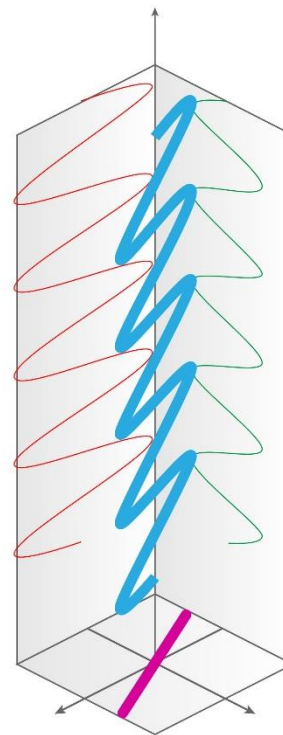
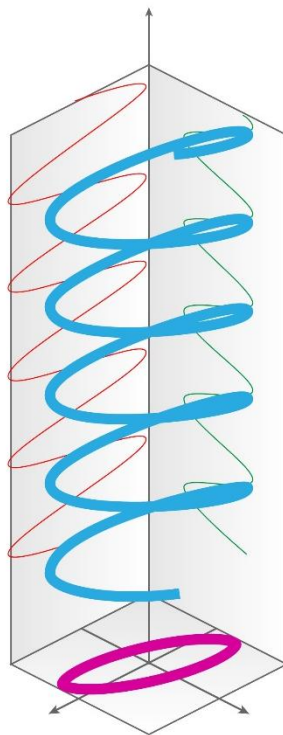
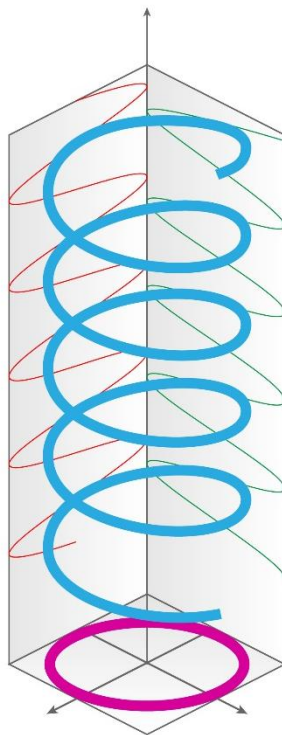
Компьютеры на сверхпроводниках являются универсальными (с точки зрения решаемых задач), но работают при температурах около абсолютного нуля (-273°C).



Фотонные квантовые вычислители



Квантовое состояние в фотоне кодируется с помощью направления его линейной поляризации

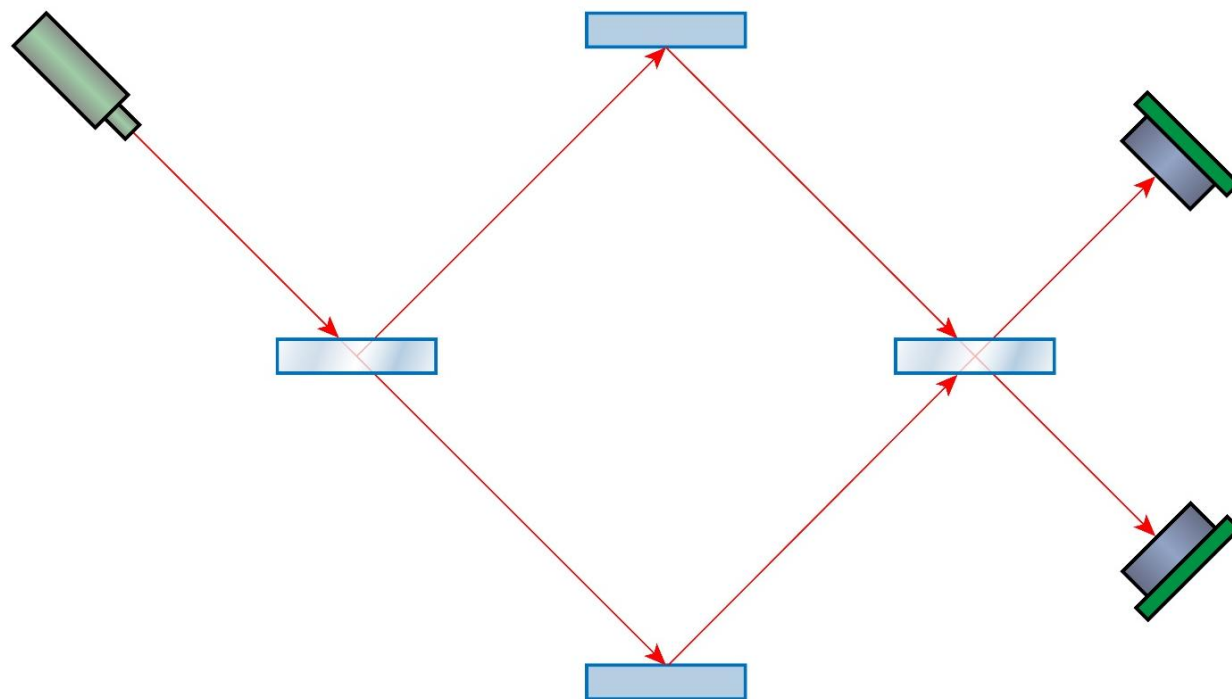


ФОТОННЫЕ КВАНТОВЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛИ



Другие варианты кодировки:

- путь прохождения через интерферометр
- СПИН



Обработка состояний ФОТОНОВ

**Производится комбинацией
оптических элементов:**

- ✓ пластин различной структуры и степени прозрачности
- ✓ зеркал, линз, призм, кристаллических преобразователей света
- ✓ ограничителей распространения фотонов
- ✓ поляризационных фильтров



- ✓ усиление амплитуд требуемых квантовых состояний
- ✓ достижение квантового эффекта запутанности кубитов
- ✓ выполнение требуемого квантового алгоритма

Реализация в виде фотонных микросхем



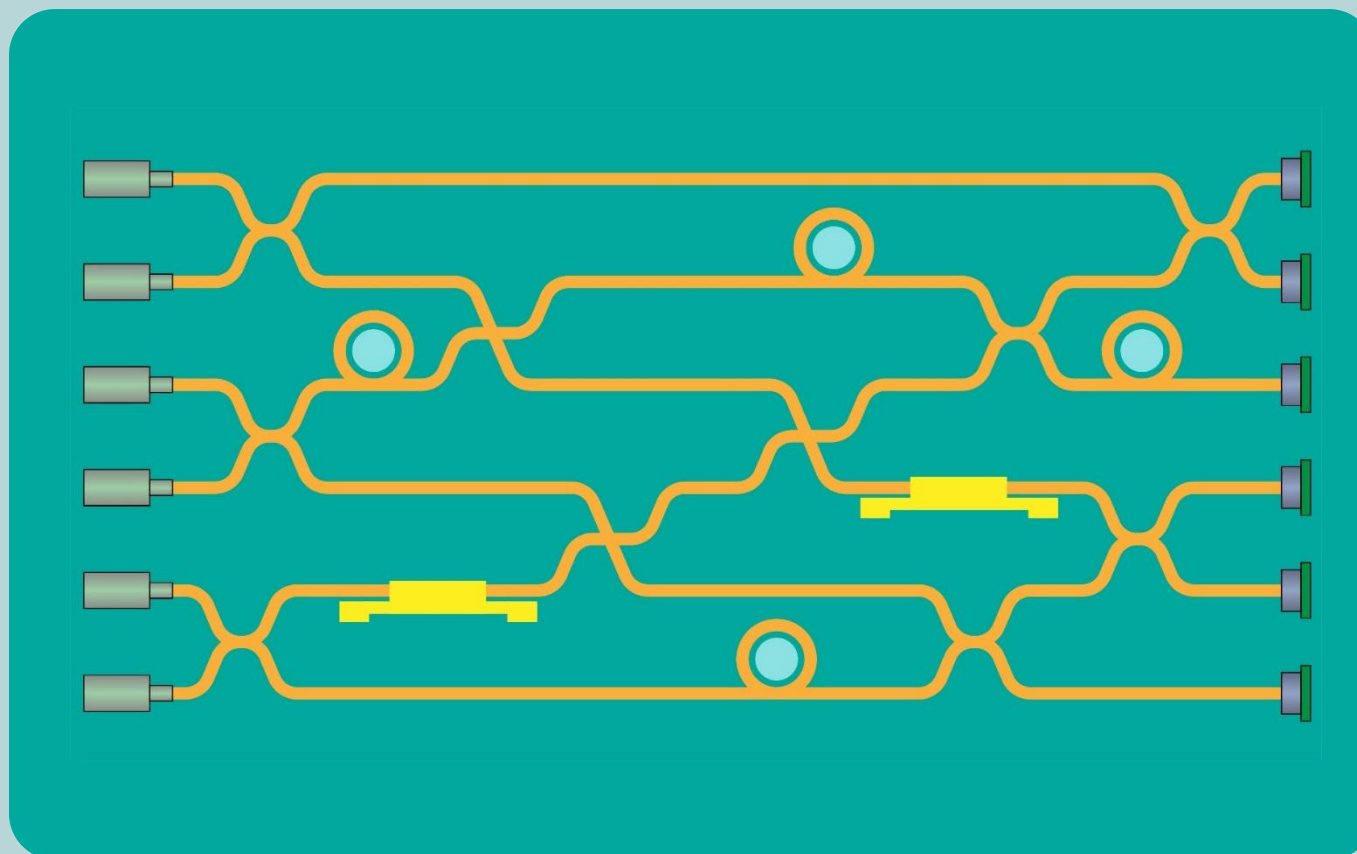
Плюсы:

- относительная простота реализации
- возможность реализации в виде микросхем: масштабируемость и упрощение применения
- минимальные требования к внешнему окружению



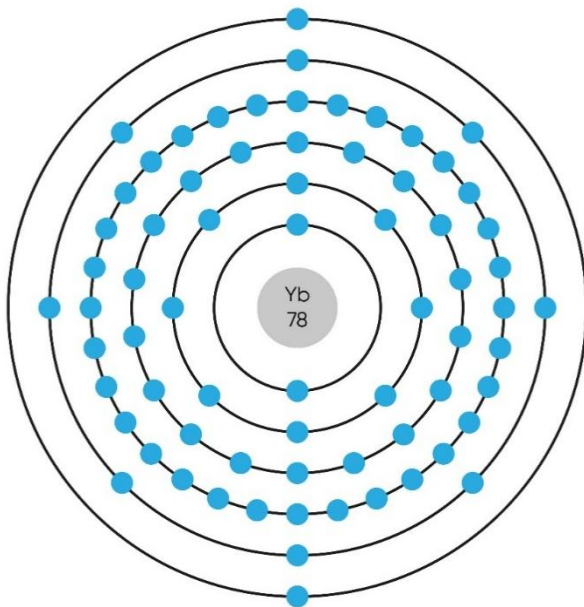
Минусы:

- отсутствие универсальности

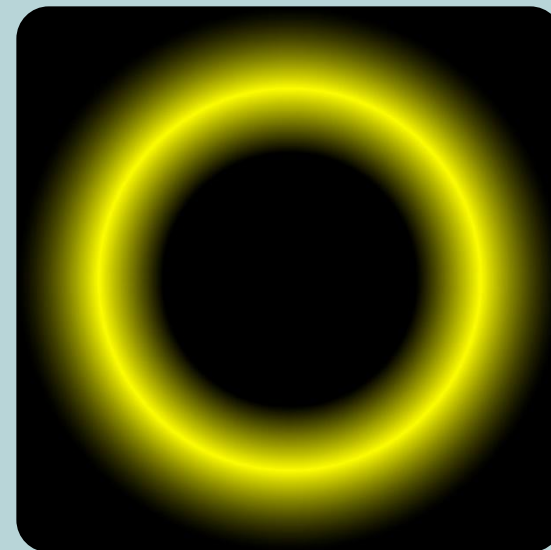


Квантовые компьютеры на ионных ловушках

Основа – атом с двумя электронами на внешней орбите (например, атом иттербия), превращенный в положительно заряженный ион путем удаления одного из внешних электронов и удерживаемый в ловушке с помощью электромагнитного поля.



- > Квантовое состояние может кодироваться как суперпозиция энергетических уровней.
- > Кодирование состояний осуществляется с помощью ультраточных лазеров. Запутанность обеспечивается близким расположением ионов с их одновременным облучением.



Достоинства и недостатки



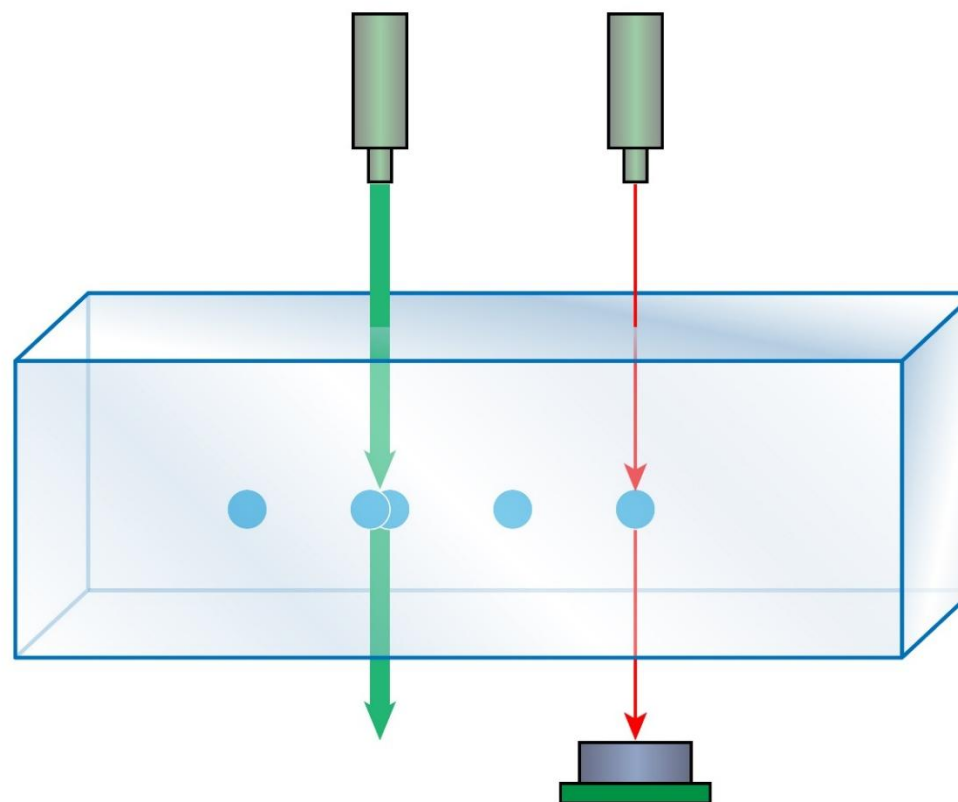
Плюсы:

- относительно высокая точность операций
- длительная когерентность
- универсальность



Минусы:

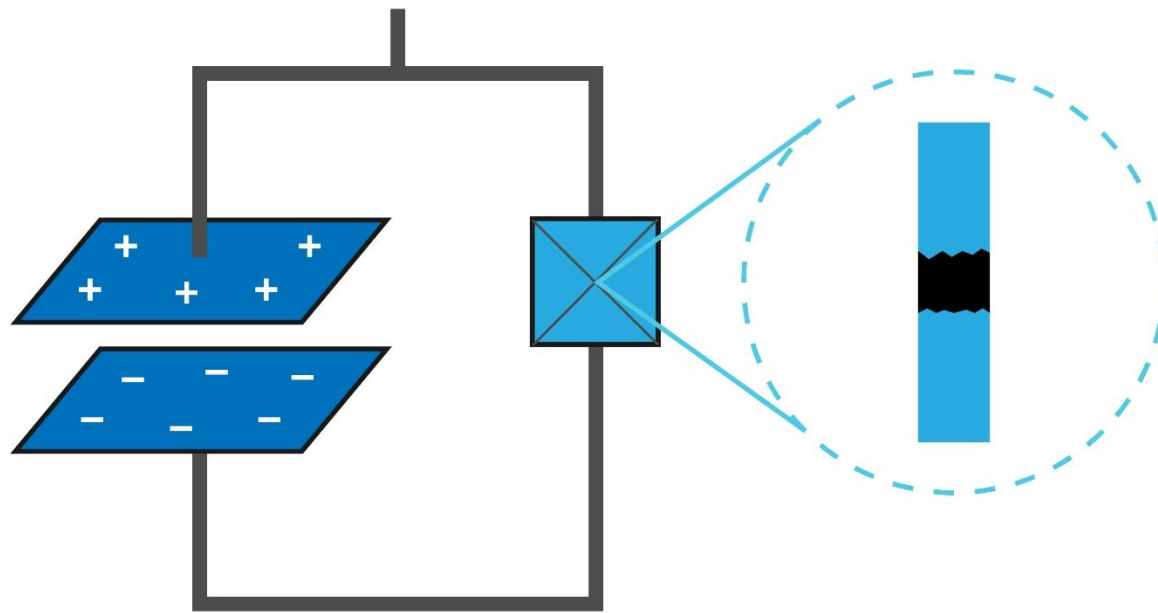
- сложнее в реализации по сравнению с фотонными
- сложнее обеспечить масштабируемость



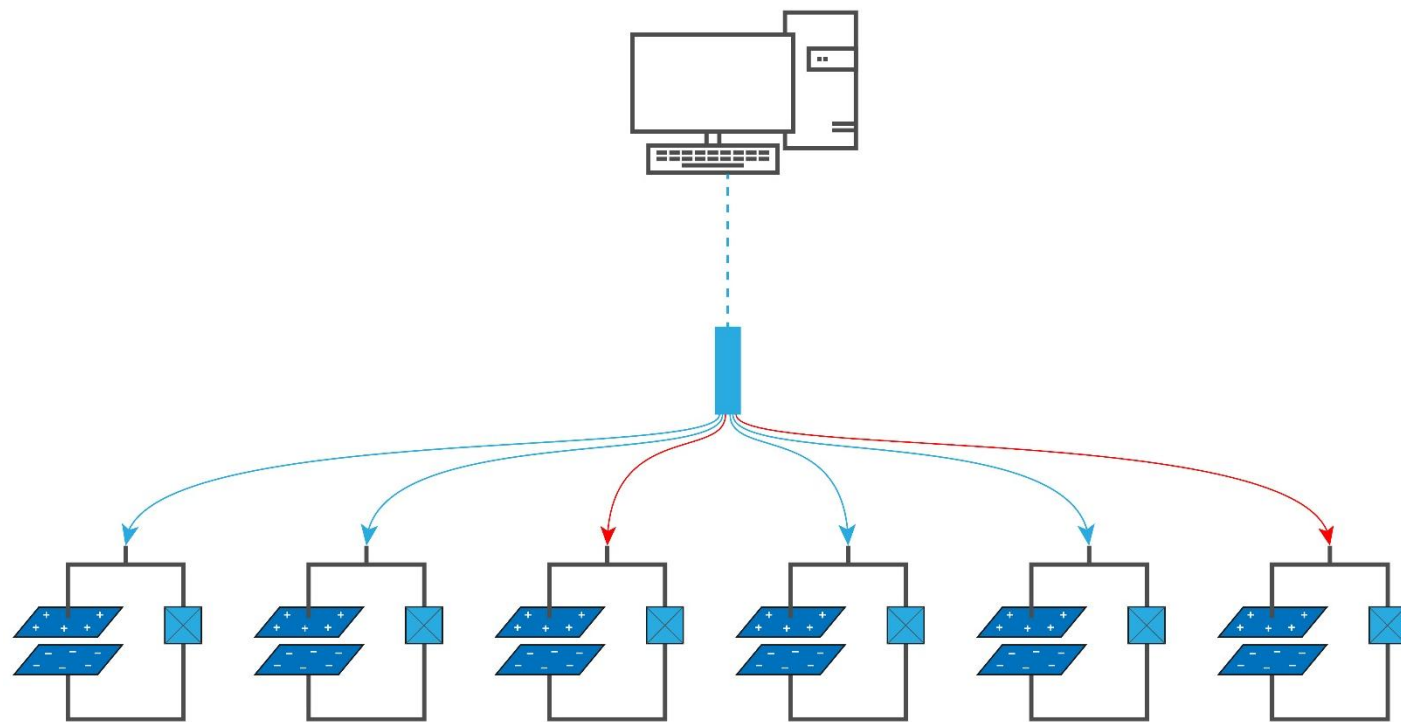
Квантовые компьютеры на сверхпроводниках



Состояние кубита кодируется энергетическими уровнями колебательного контура с соединениями из сверхпроводника, в который внесен микрослой диэлектрика для обеспечения нелинейности контура за счет «частичного пробоя» диэлектрика (квантовое туннелирование).



Достоинства и недостатки



Плюсы:

- универсальность решаемых задач
- произвольное запутывание
- возможны реализации в виде микросхемы и масштабирование



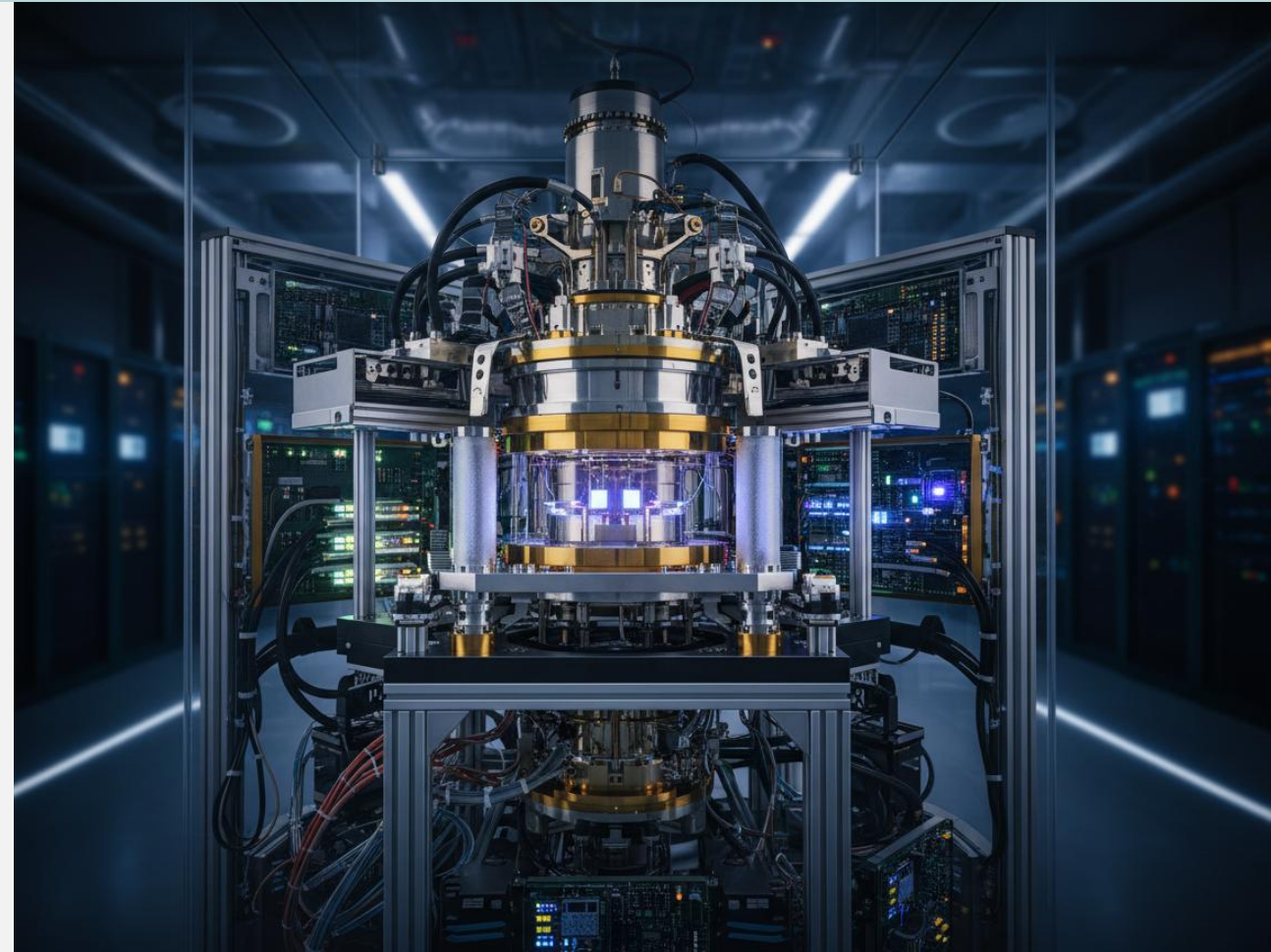
Минусы:

- требуется радикальное охлаждение до 10-15 мК
- более высокий уровень шума (ниже точность вычислений)

Заключение



- #1** Сила квантовых компьютеров — в переносе вычислений в среду, где действуют законы квантовой механики
- #2** Квантовые компьютеры строятся на основе различных физических принципов и элементов «микромира»
- #3** Свойства конкретного элемента в основе квантового компьютера определяют его возможности, преимущества и ограничения





Сергей
Панасенко

Директор по научной
работе,
Компания «Актив»



panasenko@guardant.ru
info@rutoken.ru



www.rutoken.ru
www.aktiv-company.ru



+7 495 925-77-90